

Entwicklung von textilen Mehrlagenstrukturen mit optimierten Fachwerkstrukturen für mehrfach gekrümmte Bauteile (IGF 17409 N)

Autoren: Dr.-Ing. Hans-Jürgen Bauder
Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Wolfrum
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser

Erschienen: März 2015

Bearbeitungszeitraum: 01.02.2012 – 31.10.2014

1 Problemstellung

Mit der ständigen Erweiterung der Anwendungsbereiche textilverstärkter Strukturbauteile werden die Forderungen nach kraftflussgerechten Faserverläufen, angepassten Verbindungstechniken und funktionaler Formgestaltung zunehmend größer. Um für die genannten Anforderungen anwendungsgerechte Lösungen anbieten zu können, bedarf es der Entwicklung maßgeschneiderter, meist mehrlagiger Gewebestrukturen. Bisher nur wenig genutzte Möglichkeiten für die Entwicklung solcher multifunktionaler Gewebe bietet das Abstandswebverfahren. Die Potenziale wurden im Rahmen des IGF-Forschungsvorhabens „Mehrlagenstrukturen“ mit einer Abstandswebmaschine der neuesten Generation der Firma Van de Wiele anhand von umfangreichen Untersuchungen und neuen Verfahrensansätzen aufgezeigt.

2 Durchgeführte Versuche und Versuchsergebnisse

2.1 Ohne abstandserweiternde Elemente gefertigte Abstandsstrukturen

Begonnen wurden die experimentellen Untersuchungen mit einer Webmaschinenkonfiguration bei der die Abstandsfäden im Kollektiv mittels eines separat ansteuerbarem Lieferwerks vom Kettbaum abgezogen werden. Mit dieser Verfahrenstechnologie wurde der Einfluss von Gewebe-

konstruktion und Webmaschineneinstellung auf charakteristische Eigenschaftsmerkmale von Abstandsgeweben zunächst an planen Abstandsstrukturen ermittelt. Im Fokus der Untersuchungen stand die Erzielung eines möglichst großen Gewebeabstands bei gleichzeitig hoher Strukturstabilität. Durch die Integration von Verstärkungselementen wurde versucht, die Verformungsstabilität des Abstandsbereichs weiter zu verbessern. Gute Ergebnisse wurden dabei mit einem senkrechten, einlagigen Verbindungssteg erreicht. Der Verbindungssteg stabilisiert die Abstandsstruktur und verleiht dem Gewebe ein ausgeprägtes federelastisches Verhalten.

Mit dieser Verfahrenstechnologie konnte das Abstandsgewebe außerdem durch Variation der Abstandsfadenlänge definiert verformt werden (Bild 1 links). Da die Pollänge nur im Fadenkollektiv verändert werden kann, ist eine Gewebekrümmung zunächst nur in Kettrichtung realisierbar. Die ursprüngliche Annahme, dass sich alleine durch die Variation der Polfadenlänge ein vorgegebenes Krümmungsprofil abbildet, bestätigte sich nicht. Bei kurzen Krümmungslängen kann es sogar vorkommen, dass sich im Gewebe nahezu keine Verformung zeigt. Dies liegt an der verfahrensbedingten Trägheit des Polfadensystems. Verantwortlich dafür ist das als Fadenspeicher wirkende federelastische Polstangensystem sowie die aus geometrischen Gründen begrenzte Abstandsänderung pro Polwechsel. Um eine in Kettrichtung verlaufende definierte Gewebekrümmung zu generieren, muss folglich dem System Zeit in Form von Gewebelänge gegeben werden. Außerdem ist die Polfadenlieferung dem gewünschten Krümmungsprofil jeweils individuell anzupassen (Bild 1 rechts).

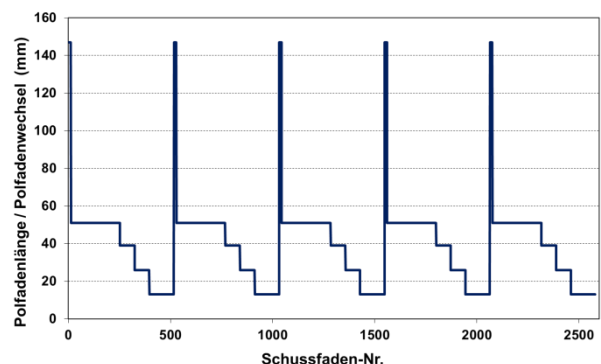


Bild 1: Abstandsstruktur mit bogenförmiger Krümmung in Kettrichtung und das dazugehörige Steuerprofil der Pollängenänderung über die Kettlänge

2.2 Mit Standardlanzetten gefertigte Abstandsstrukturen

Durch den Einsatz von Lanzetten und der Anwendung der Blindschusstechnik ist es nicht nur gelungen, den Gewebeabstand deutlich zu vergrößern (Bild 2), sondern es konnten auch erstmals sphärisch gekrümmte Gewebeoberflächen in Kett- und Schussrichtung erzeugt werden. Um dies realisieren zu können, mussten neben der Integration einer Lanzettenvorrichtung in die Webmaschine die Abstandsfäden blockweise in den Polschäften eingezogen und einzeln vom Gatter abgezogen werden.

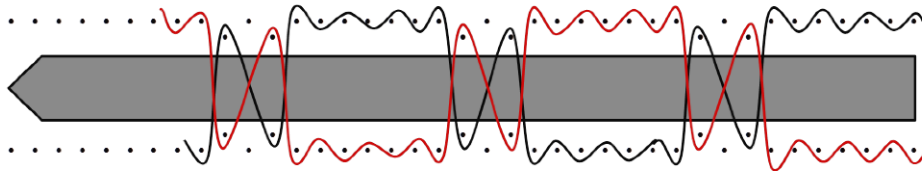


Bild 2: Abstandserweiternde Blindschüsse ohne Abbindung im Grundgewebe

Mit der gewählten Webmaschinenkonfiguration konnten Gewebekonstruktionen mit bis zu 14 Blindschüssen pro Polwechsel realisiert werden. Bei einer Lanzettenhöhe von 15 mm und einem Gewebeabstand von 20 mm entspricht dies einem theoretischen Gewebeabstand von 230 mm. Real wurde ein Gewebeabstand von ca. 150 mm erreicht. Dass die von der Spule abgezogene Abstandsfadenlänge nicht vollständig in die Beabstandung der beiden Gewebelagen umgewandelt werden kann, liegt vor allem an der zickzackartigen Verformung der Monofilfäden im Abstandsbereich (Bild 3). Diese Verformung entsteht durch die Abknickung der Monofilfäden beim Abbinden der Blindschüsse. Trotz dieser Verkürzung der effektiven Abstandsfadenlänge konnten sowohl in Kett- als auch in Schussrichtung ausgeprägte Gewebekrümmungen erzeugt werden (Bild 4). Das Krümmungsprofil lässt sich über die Gewebekonstruktion beeinflussen. Einstellparameter für das Krümmungsprofil in Kettrichtung sind die Gewebelänge zwischen den Polwechseln, sowie die Anzahl der eingetragenen Blindschüsse. Das Krümmungsprofil in Schussrichtung wird durch die Anzahl der abgebundenen Blindschüsse pro Polwechsel vorgegeben.

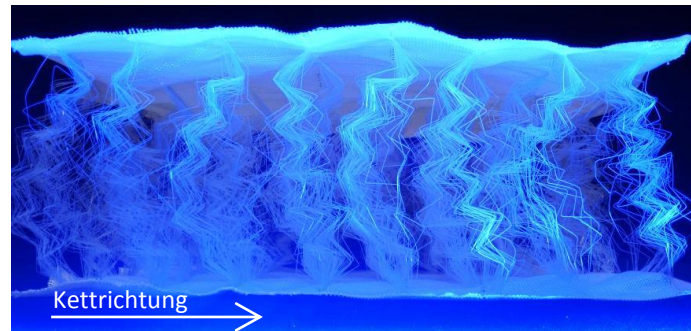
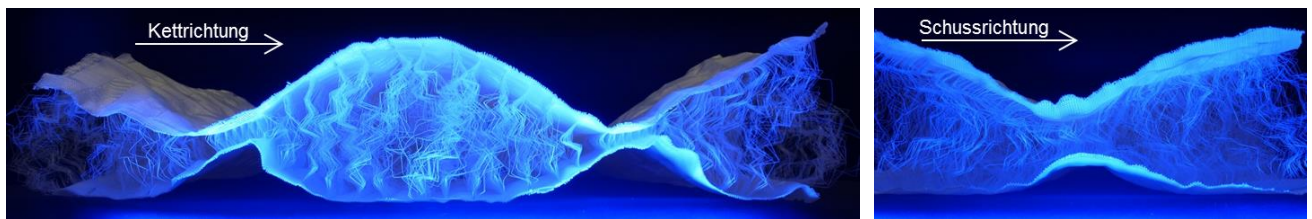


Bild 3: Gewebestruktur eines mit Lanzetten und 10 Blindschüssen gebildeten Abstandsgewebes
(Abstand Soll / Ist: 170 / 120 mm)



Gewebekrümmung in Kett-richtung

Gewebekrümmung in Schuss-richtung

Bild 4: In Kett- bzw. Schuss-richtung gekrümmte Abstandsstuktur

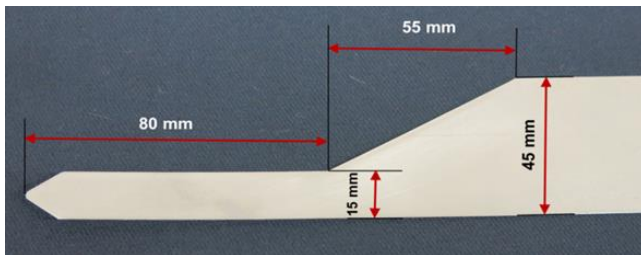
Sphärisch gekrümmte Gewebeoberflächen entstehen, wenn eine Gewebekrümmung in Kett-richtung mit einer Gewebekrümmung in Schuss-richtung kombiniert wird (Bild 5). Erreicht wird dies, indem die Anzahl der Blindschüsse und die Abbindehäufigkeit der Blindschüsse mit den Abstandsfäden synchron zueinander variiert werden. Erzielt wurden so Krümmungsprofile mit Gewebeabständen zwischen 20 und 85 mm.



Bild 5: Sphärisch gekrümmtes Abstandsgewebe

2.3 Mit verschiebbaren Profillanzetten gefertigte Abstandsstrukturen

Diese Verfahrenstechnologie basiert auf einer am ITV entwickelten und in Eigenbau gefertigten neuartigen Lanzettenvorrichtung. Um eine einseitige Gewebeverformung realisieren zu können, wurde das Lanzettenprofil asymmetrisch ausgeführt (Bild 6 links). Die Lanzetten selbst sind auf einem motorisch angetriebenen Schlitten montiert, der auf dem Lanzettenhalter sitzt (Bild 6 rechts). Die Einstellung des Krümmungsverlaufs des Gewebes in Kettrichtung erfolgt durch das Bewegungsprofil des Lanzettenschlittens. Das Krümmungsprofil der Gewebeoberfläche in Schussrichtung wird durch den Längenversatz der Lanzetten zueinander vorgegeben. Die Positionierung der Lanzetten übernimmt ein in den Lanzettenschlitten integrierter Führungsbogen.



Ausführung der Profillanzette



Lanzettenschlitten mit frequenzgesteuertem Antrieb

Bild 6: Neuartige Lanzettenvorrichtung mit in Kettrichtung verschiebbaren Profillanzetten

Anhand der durchgeführten Versuche konnte nachgewiesen werden, dass sich mit diesem modifizierten Lanzettensystem Gewebe mit definierten sphärischen 3D-Flächenkonturen erzeugen lassen (Bild 7). Mit dem gewählten Lanzettenprofil konnte der Gewebeabstand zwischen 15 und 45 mm variiert werden. Die kurze w-förmige Einbindung der Abstandfäden im Grundgewebe führte zu einer hohen Abstandsfadendichte und damit zu äußerst druckstabilen und druckelastischen Abstandsgeweben.

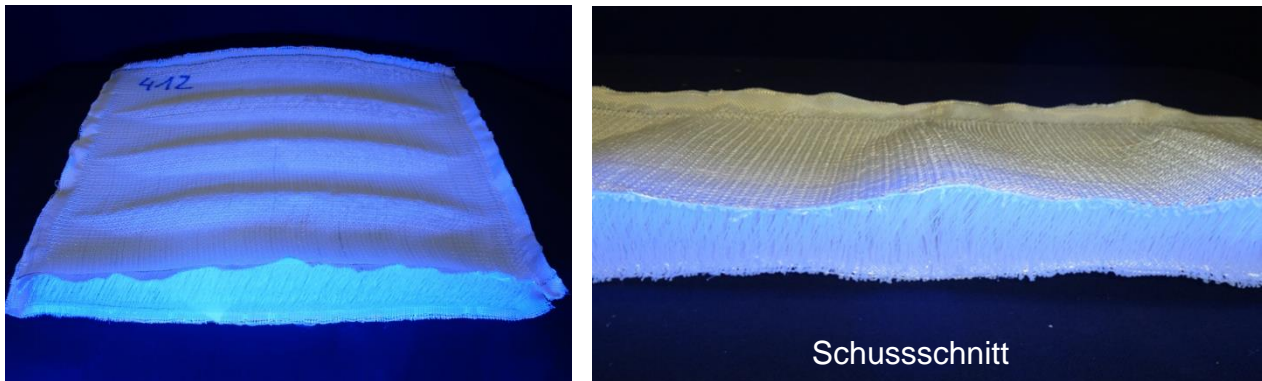


Bild 7: Einseitig gekrümmte Abstandsgewebe gefertigt mit verschiebbaren Profillanzetten

2.4 Gewebeprüfungen

Im Fokus der Gewebecharakterisierung stand neben dem erreichten Gewebeabstand vor allem das Druckverformungsverhalten. An ausgewählten Gewebemustern – meist planen Abstandsstrukturen – wurden zusätzlich mechanisch-technologische Prüfungen durchgeführt. Dies sowohl an rohen als auch an laminierten Geweben. Die Untersuchungen zeigten, dass durch das Laminieren das textile Scharnier zwischen dem Deckgewebe und den eingebundenen Abstandsfäden eingefroren und damit die Abstandsstruktur versteift wird. Dies führt z. B. bei einem beidseitig laminierten Abstandsgewebe im Vergleich zu einem unlaminierten zu einer Erhöhung der Druckstabilität um mehr als das Fünffache. Ein weiterer positiver Effekt des Laminierens ist die deutliche Reduzierung der bleibenden Verformung der Gewebestruktur nach einer zyklisch wiederholten Druck- bzw. Scherbelastung.

Ergänzend zu den experimentellen Untersuchungen wurde nach dem Ansatz der Eulerschen Knicklasten ein Rechenmodell entwickelt, mit dem die Druckbelastbarkeit von Abstandsgeweben vorhergesagt werden kann.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Bei den im Rahmen des Projekts mit den drei unterschiedlichen Verfahrenstechnologien angefertigten Gewebemustern handelt es sich z. T. um Gewebekonstruktionen, die bisher in dieser Form mit der Abstandswebtechnologie noch nicht umgesetzt wurden. Durch gezielte

Anpassung der Fachgeometrie und des Schusseintrags gelang es, selbst die teilweise sehr komplexen Abstandsstrukturen mit einem weitgehend störungsfreien Maschinenlauf zu fertigen. Im Rahmen des Projekts konnte so nachgewiesen werden, dass die Abstandswebtechnologie vielfältiger anwendbar ist als bisher angenommen. Mit zunehmendem Projektfortschritt erweiterte sich vor allem durch die Entwicklung gekrümmter Abstandsgewebe die Palette der Anwendungsmöglichkeiten von Abstandsgeweben ständig im räumlich komplexer werdenden, faserbasierten Leichtbau.

Um Anregungen für innovative Produktideen auf Basis von Abstandsgeweben geben zu können, wurden von den drei verwendeten Verfahrenstechnologien mehrere Funktionsmuster mit unterschiedlichen Abstandsstrukturen gefertigt und auf Messen und Veranstaltungen präsentiert. Nicht nur Fachleute aus der Textilindustrie, sondern auch Branchenfremde wurden dadurch inspiriert, die Möglichkeiten der Abstandswebtechnologie für die Herstellung innovativer Funktionstextilien zu nutzen.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF Vorhaben 17409 N der Forschungsvereinigung
Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14,
10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms
zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und
-entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen
Bundestages gefördert.

Für diese Förderung danken wir.

Seite 7 von 8

**Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung**

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen-
und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und
intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

**Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Götz Gresser**

**Bibliothek
Dipl.-Biol. Susanne Konle
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm**

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de
www.itv-denkendorf.de

Unser Dank für die freundliche und tatkräftige Unterstützung gilt außerdem folgenden Firmen:

- ✓ E. Schoepf GmbH & Co. KG, Rathausstr. 18 – 24, 95236 Stammbach
- ✓ Ettlín Spinnerei und Weberei Produktions GmbH, Pforzheimer Str. 202, 76275 Ettlingen
- ✓ F.A. Kúmpers GmbH, Basilikastraße 22-30, 48429 Rheine
- ✓ N.V. Michel Van de Wiele, Michel Vandewielestraat 7, B-8510 Kortrijk (Marke)
- ✓ Bond Laminates GmbH, Am Pathbergschen Dorn 11, D-59929 Brilon
- ✓ Rampf Tooling GmbH & Co. GmbH, Robert-Bosch-Str. 8-10, 72661 Grafenberg

Der Schlussbericht des Forschungsvorhabens „Entwicklung von textilen Mehrlagenstrukturen mit optimierten Fachwerkkonstruktionen für mehrfach gekrümmte Bauteile“ (IGF-Nr. 17409 N) ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

Ansprechpartner

Dr. Hans-Jürgen Bauder (hans-juergen.bauder@itv-denkendorf.de)